

Desenvolvimento e avaliação do uso de um objeto virtual de aprendizagem com simulação virtual sobre alginato

Fábio De Cesare*; Gabriele Santos Araújo**; Rodrigo Alves Tubelo***; Stéfani Becker Rodrigues****; Vicente Castelo Branco Leitune****; Fabrício Mezzomo Collares*****

- * Graduando em Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- ** Graduada em Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- *** Doutor em Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- **** Professor(a) Adjunto(a), Departamento de Odontologia Conservadora, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- ***** Professor Associado, Departamento de Odontologia Conservadora, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Recebido: 18/07/2022. Aprovado: 01/09/2022.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi desenvolver um Objeto Virtual de Aprendizagem (OVA) sobre materiais de moldagem, com ênfase no alginato, e avaliar a influência do seu uso sobre o aprendizado teórico e habilidade clínica de estudantes de Odontologia, assim como sobre as propriedades física e mecânica material. Sessenta e quatro estudantes receberam aula teórica expositiva sobre alginato e posteriormente foram divididos em 2 grupos, Controle (n=30) e OVA (n=34). O grupo OVA teve acesso à ferramenta educacional composta de conteúdo teórico e simulação de espatulação do alginato, sendo sua habilidade avaliada. Todos os participantes realizaram um pré-teste após a aula teórica, assim como testes de habilidade de manipulação do material, o qual foi submetido a ensaio de resistência à compressão e reprodução de detalhes. Uma avaliação pós-teste foi realizada após quinze dias. Os resultados dos grupos foram comparados pelo teste t, modelo de regressão logística e as variáveis significativas foram incluídas no modelo de regressão múltipla. Todas as análises foram conduzidas com significância de 5%. Na simulação do OVA 75% dos usuários obtiveram nota máxima e os resultados das avaliações teóricas não indicaram diferença estatística entre os grupos. O uso do OVA está relacionado à maior habilidade clínica, com 3,76 mais chances de correta incorporação do pó. No ensaio de resistência à compressão a média dos grupos foi superior ao preconizado pela norma, OVA $0,86 \pm 0,03$ e Controle $1,09 \pm 0,04$. A ferramenta desenvolvida exerce influência positiva sobre a habilidade clínica e propriedade mecânica do material estudado, constituindo-se como promissora estratégia de aprendizagem virtual.

Descritores: Materiais Dentários. Materiais para Moldagem Odontológica. Educação a Distância. Aprendizagem Interativa. Treinamento por Simulação.

1 INTRODUÇÃO

A inclusão de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no âmbito da educação é uma realidade crescente, possibilitada pelo aumento na cobertura do acesso à rede *internet*. Sua introdução é emergente nas instituições e se relaciona ao incentivo a uma aprendizagem ativa e significativa por meio de ambientes de ensino modernos e acessíveis, nos quais o processo de aprendizagem se torna mais atraente e dinâmico¹. Os recursos digitais representam uma potencial ferramenta de ensino, com grande contribuição para a formação de profissionais de diversas áreas², além de serem uma alternativa pertinente ao perfil dos alunos atuais, que apresentam natural aproximação e consumo de tecnologia³.

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) podem ser entendidos como espaços que proporcionam a distribuição, a utilização e a interação de multimídias tecnológicas e da *internet* para que se obtenha uma melhora na qualidade do aprendizado, uma vez que facilitam o acesso aos recursos e serviços para a troca e a colaboração^{4,5}. Fazem parte dos AVA os Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVA), que são ferramentas educacionais que instigam o aluno a usar a tecnologia em prol da educação. O uso de simulação virtual é uma das modalidades de interação que contribui para as experiências de aprendizagem dos alunos, propicia o desenvolvimento de habilidades motoras e possui o papel de fornecer uma interface que simule um ambiente clínico ou laboratorial, ao mesmo tempo em que estimula a disseminação do conhecimento de modo autônomo sem restrições relacionadas ao espaço físico ou ao tempo^{6,7}. Técnicas de gamificação são frequentemente utilizadas no formato OVA para tornar o aprendizado mais envolvente em relação às práticas educativas tradicionais. A gamificação se constitui da utilização de elementos de jogos (narrativa, sistema de *feedback*, competição, objetivos, regras claras,

tentativa e erro) para a criação de espaços de aprendizagem mediados pelo desafio e entretenimento⁸.

Na Odontologia, o alginato é um material de moldagem amplamente utilizado desde seu surgimento, devido à sua aceitação relacionada ao conforto do paciente, ao baixo custo, à facilidade de uso, por dispensar o uso de equipamentos sofisticados para sua preparação e pela sua capacidade de reprodução com boa precisão de detalhes, quando utilizado de forma correta^{9,10}. Todavia, a manipulação do alginato requer grande sensibilidade técnica, exige atenção no que diz respeito às suas especificações, como a proporção pó e líquido, manipulação, execução da moldagem e vazamento do gesso, para garantir suas propriedades físicas, químicas e mecânicas¹¹. Logo, o treinamento se faz necessário de forma contínua por meio do uso de ferramentas de *e-learning*, as quais têm grande popularidade e aprovação entre os alunos. Portanto, o objetivo do presente estudo foi descrever o desenvolvimento de um OVA sobre o alginato e avaliar a influência do seu uso sobre o aprendizado teórico, habilidade clínica e propriedades física e mecânica do alginato em estudantes de graduação em Odontologia.

2 MÉTODOS

Desenvolvimento do OVA

Em um primeiro momento os conteúdos foram selecionados e organizados. Na etapa seguinte as mídias foram desenvolvidas e organizadas. Na elaboração do *layout* foram utilizados dois *softwares*, Adobe Photoshop CS6 (Adobe System, Inc., San Jose, California - USA) e Articulate Storlyne 2 (Articulate Global, Inc., New York, NY - USA)¹². O software Articulate Storlyne 2 permitiu a inserção do material confeccionado em uma plataforma digital, com acesso disponibilizado aos alunos via *link* no AVA Moodle.

A produção do conteúdo didático digital foi

desenvolvida a partir do *storyboard* de acordo com o plano de aula presente na ementa da disciplina e aprovado pelo corpo docente (figura 1). O vídeo demonstrativo da manipulação do alginato incorporado à ferramenta foi desenvolvido a partir do edital nº19 da SEAD e produzido no Laboratório de Materiais Dentários (LAMAD) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Para a experiência

imersiva de manipulação do alginato foram aplicadas técnicas de gamificação, a fim de promover motivação de uso, repetição e competição. Um simulador virtual foi desenvolvido empregando realidade virtual não imersiva, que pode ser entendida como articulação de imagens em 3D que podem ser exploradas de maneira interativa utilizando telas de celular, teclado, *mouse*, fones de ouvido e assemelhados¹³.

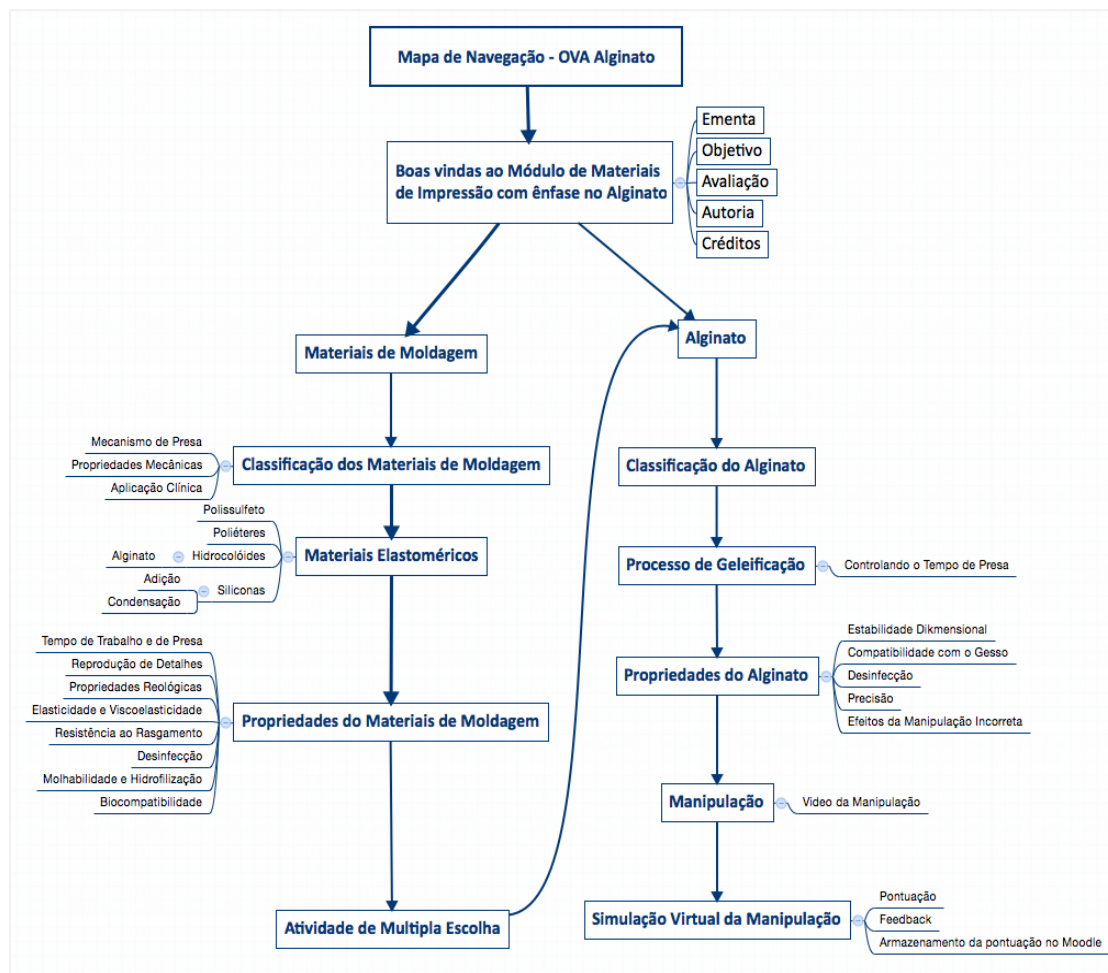


Figura 1. *Storyboard* produção do OVA

Delineamento do Estudo

Trata-se de uma produção tecnológica e ensaio clínico não-randomizado. Os ensaios foram realizados em parceria do LAMAD/UFRGS com a Universidade Aberta do SUS da Universidade

Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre e a SEAD/UFRGS. Este estudo foi registrado na Plataforma Brasil CAAE: 37069220.6.0000.5347 e aprovado pelo comitê de ética institucional sob o parecer no. 4.396.043.

Sessenta e quatro estudantes de Odontologia participaram do estudo, divididos em dois grupos: OVA (n=34) e Controle (n=30) (figura 2). O critério de inclusão foi estar cursando a disciplina de Materiais Dentários e os critérios de exclusão foram o não cumprimento de qualquer uma das etapas do estudo, possuir contato prévio com a disciplina ou com a manipulação do material em estudo.

Avaliação

Para fins de avaliação foram considerados questionários teóricos pré-teste e pós-teste (figuras 3 e 4), avaliação da média obtida no simulador presente no OVA, desempenho laboratorial e qualidade da amostra produzida (reprodução de detalhes e resistência à compressão).

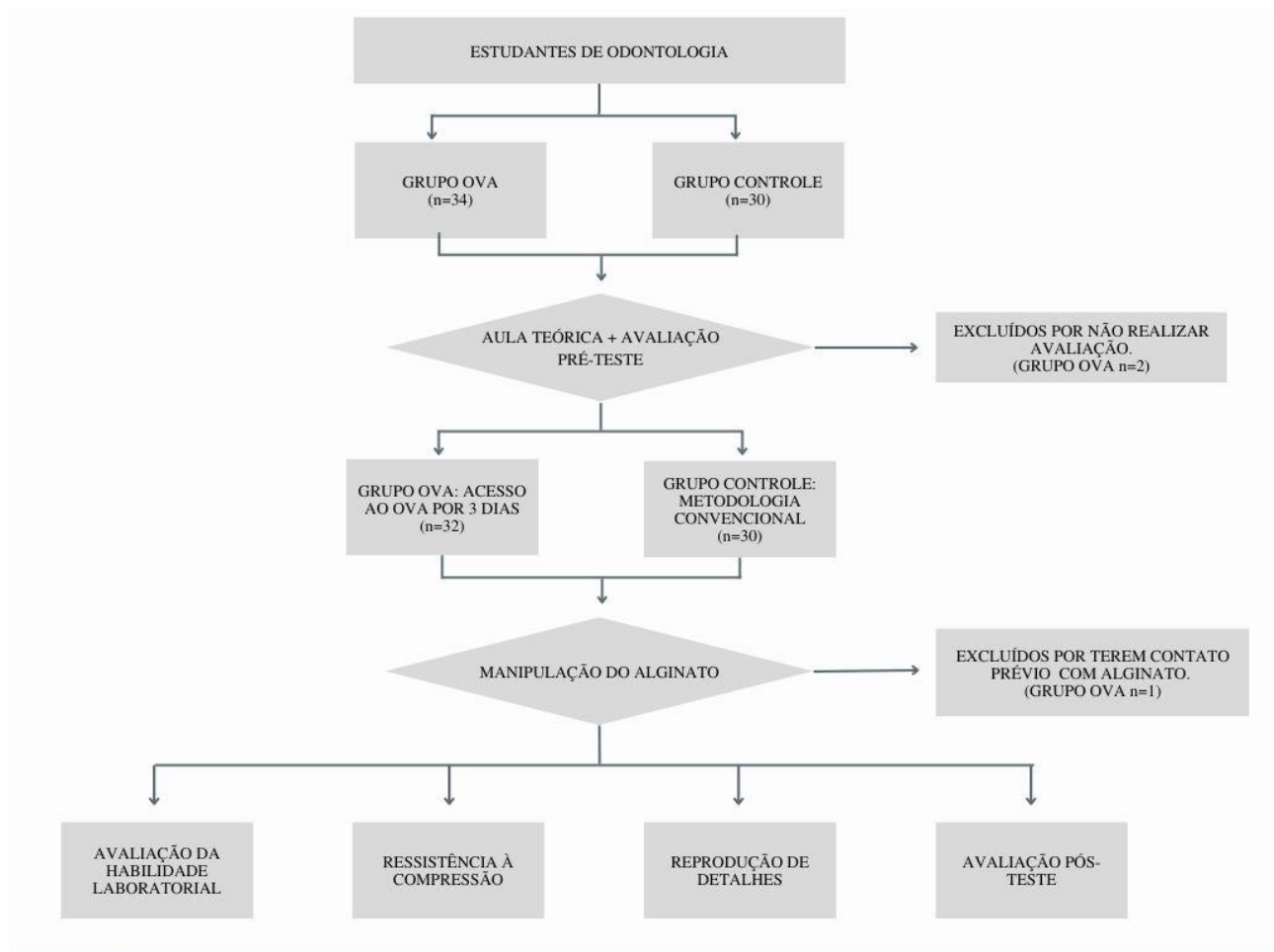


Figura 2. Organograma de delineamento do estudo

Questionários teóricos

Desenvolvidos a partir do plano da aula ministrada para os dois grupos e aprovados pelos professores da área, a primeira avaliação (chamada de pré-teste) foi realizada com os integrantes da pesquisa imediatamente após receberem a aula

teórica expositiva sobre materiais de moldagem e alginato, com o qual objetivou-se aferir o grau de aproveitamento da aula. Após quinze dias foi realizada nova avaliação (chamada de pós-teste) composta por questões pertinentes ao conteúdo estudado anteriormente e à experiência

laboratorial, com o objetivo de verificar se o uso do OVA exerce influência sobre a retenção de aprendizado.

Avaliação da simulação virtual

Na etapa de simulação virtual da manipulação de alginato as imagens de um gral e um dosador de água são exibidas ao aluno, que deve adicionar água no gral para liberar a próxima tarefa, então é exposto um dosador de alginato carregado com uma porção do pó para ser incrementado (figura 5). Na etapa seguinte, com a espátula, é necessário manipular vigorosamente por toda a área disponível no gral. Quanto maior a frequência de manipulação, maior será a pontuação, até que se alcance o número de vezes pré-definido como *score* máximo de incorporação.

Também é avaliada a incorporação do pó durante a manipulação aferindo a passagem da espátula por quatro pontos de checagem dispostos no gral. Por meio de barras de evolução é possível acompanhar o desempenho em cada uma das variáveis ao longo do tempo da simulação, que é de sessenta segundos, iniciado após o contato da água com o pó. Ao final da simulação é enviado um *feedback* com as seguintes informações: média de incorporação do pó de 0-100%, média da frequência da manipulação de 0-100%, juntamente com um boletim de desempenho. Para garantir que todos os estudantes do Grupo OVA utilizaram a ferramenta foi realizada uma simulação supervisionada e registro de sua nota final momentos antes do usuário passar pela avaliação laboratorial.

AVALIAÇÃO PRÉ-TESTE
1) O alginato tem em sua composição 4 grupos de materiais. São eles: reagente, acelerador da reação, retardador da presa e partículas de carga. Escolha uma opção: () Verdadeiro () Falso
2) Quais dessas alternativas são exigências de um material de impressão? (Escolha uma). a. Tempo de trabalho longo, difícil remoção, excelente qualidade de impressão, baixo custo, fácil desinfecção, gosto desagradável. b. Tempo de trabalho longo, fácil remoção, boa qualidade de impressão, gosto e odor desagradáveis, irritante tecidual. c. Tempo de trabalho curto, fácil remoção, boa qualidade de impressão, alto custo, fácil desinfecção, gosto e odor agradáveis, irritante tecidual. d. Tempo de trabalho curto, fácil remoção, boa qualidade da impressão, baixo custo, fácil desinfecção, gosto e odor agradáveis, não irritante tecidual. e. Excelente qualidade de impressão, alto custo, difícil desinfecção, gosto e odor agradáveis, não irritante tecidual.
3) A espatação do alginato deve ser lenta contra a parede do gral até que a consistência fique rugosa, homogênea e com cor uniforme. Seu objetivo é formar uma rede tridimensional de polímeros. Escolha uma opção: () Verdadeiro () Falso
4) O que é sinérese e embebição do alginato? a. Sinérese: Ganho de água para o ambiente (contração) Embebição: Perda de água do ambiente (expansão) b. Sinérese: Ganho de água para o ambiente (contração) Embebição: Ganho de água do ambiente (expansão) c. Sinérese: Perda de água para o ambiente (contração) Embebição: Perda de água do ambiente (expansão) d. Sinérese: Perda de água para o ambiente (expansão) Embebição: Ganho de água para o ambiente (contração) e. Sinérese: Perda de água para o ambiente (contração) Embebição: Ganho de água do ambiente (expansão)
5) Escolha qual propriedade mecânica preenche corretamente a lacuna, de acordo com a explicação. a. _____ tensão máxima que pode ser suportada por uma estrutura. b. _____ capacidade de absorver e dissipar energia. c. _____ capacidade de um material de absorver energia até sua fratura. A) Resistência ou Elasticidade B) Resiliência ou Viscosidade C) Tenacidade ou Dureza
6) Quais as possíveis falhas na manipulação do alginato? Escolha uma. a. Manipulação incorreta, rasgamento e embebição. b. Material anelástico, rígido e bolhas de ar. c. Viscosidade, rasgamento e sinérese. d. Rasgamento, remoção prematura e bolhas de ar. e. Material elástico, viscoso e rasgamento.
7) Dentre os elastômeros o polissulfeto e silicóna de condensação apresentam contração de polimerização devido à perda de subprodutos e necessitam que o gesso seja vazado imediatamente após a reação de polimerização. Escolha uma opção: () Verdadeiro () Falso
8) Com relação a manipulação do alginato: A manipulação do pó deve evitar o contato com as paredes do gral de borracha. Escolha uma opção: () Verdadeiro () Falso

Figura 3. Questionário pré-teste

AVALIAÇÃO PÓS-TESTE
1) O alginato é um material de moldagem que pode ser definido como um tipo de: A- Hidrocolóide reversível. B- Silicóna pesada modificada por resina. C- Gesso Pedra. D- Hidrocolóide irreversível. E- Nenhuma das alternativas.
2) Marque a opção correta: A- O alginato é um material elástico. B- O alginato é um material que sofre reação exotérmica. C- O alginato é um material que não necessita de desinfecção. D- Os Alginatos não são mais usados devido à dificuldade de manipulação. E- Nenhuma das alternativas.
3) Nos alginatos a estabilidade dimensional está relacionada à característica do GEL de absorver água do meio. Escolha uma opção: () Verdadeiro () Falso
4) Na espatação do alginato: Primeiro coloca-se o pó e depois a água no gral de acordo com a proporção 1x1, após isso se inicia a espatação vigorosa contra as paredes do gral até se obter uma mistura homogênea, lisa e brilhante denominada GEL. Escolha uma opção: () Verdadeiro () Falso
5) Durante a manipulação do alginato, alguns cuidados são fundamentais e devem ser seguidos, marque o(s). () Agitar o pó antes do uso. () Utilizar luva de vinil para não interferir na presa. () Utilização de máscara para evitar inalação de silicóna. () Fechar o recipiente de forma hermética após o uso () Adicionar água extra até obter a consistência desejada para impressão
6) Ao realizar uma impressão com alginato, recomenda-se que o gesso seja vazado o quanto antes devido ao alginato sofrer os fenômenos de: A- Sinérese e geleificação B- Cristalização e embebição C- Geleificação e cristalização D- Sinérese e embebição E- Presa exotérmica e geleificação
7) A função dos alginatos é produzir uma cópia em negativo das estruturas da cavidade bucal e também extrabucal, que serão reproduzidas num modelo (cópia positivo da estrutura). Para realizar a cópia dessas estruturas existem dois tipos de alginato: Tipo 1 de presa normal que varia de 1,5 a 3 minutos e tipo 2 de presa rápida que varia de 3 a 4,5 minutos. Escolha uma opção: () Verdadeiro () Falso
8) O objetivo da espatação vigorosa contra as paredes do gral é formar uma rede tridimensional de polímeros. Escolha uma opção: () Verdadeiro () Falso
9) Relacione as colunas: 1- Embebição () Não escorrer da espátula. 2- Sinérese () Ganho de água do meio ambiente. 3- Viscosidade () Perda de água para o ambiente.
10) A reação de geleificação do alginato pode ser influenciada pela temperatura do ambiente ou da água, quanto maior a temperatura menor o tempo de trabalho. Escolha uma opção: () Verdadeiro () Falso

Figura 4. Questionário pós-teste



Figura 5. Captura da tela do OVA com simulação virtual da manipulação do alginato

Avaliação laboratorial

Para fins da avaliação da habilidade clínica em ambiente laboratorial na etapa intermediária da avaliação foi solicitado aos participantes que preparassem uma porção de alginato conforme exemplificado em aula teórica e no conteúdo da ferramenta educacional, utilizada pelo grupo OVA. Durante o preparo do material os estudantes foram avaliados de acordo com os seguintes quesitos: Agitação do pó dentro do recipiente de armazenagem do alginato, para que sejam garantidos os níveis de partículas de carga; Ordem pó-água, a respeito da colocação dos insumos em ordem no gral; Respeito à proporção recomendada pelo fabricante; Tempo de manipulação entre 45 e 60 segundos; Manipulação/manuseio aqui definido como espatulação vigorosa contra as paredes do gral; Incorporação do pó ao final da mistura e Uso de equipamento de proteção individual (EPI).

Reprodução de detalhes

Para o ensaio de reprodução de detalhes a

amostra de alginato manipulada pelo aluno foi inserida em uma matriz com 30 mm de diâmetro e 6 mm de altura. Imediatamente após receber o material hidrocolóide a matriz foi colocada em banho-maria a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, sob peso de 1Kg. Após um período de 3 minutos a amostra de alginato foi removida do anel metálico e removido o excesso de água. A reprodução de detalhes será considerada positiva se a linha com 50 μm for totalmente reproduzida sobre o comprimento de 25 mm entre as linhas de intersecção¹⁴.

Resistência à Compressão

Após a manipulação do material de moldagem pelo aluno o alginato foi introduzido dentro de uma matriz metálica, com diâmetro de 12,5 mm e 20 mm de altura, posicionada sobre uma placa de vidro. Em seguida, uma segunda placa foi fixada sobre a matriz para formar a superfície superior da amostra. A matriz foi colocada em banho-maria à $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, sob peso de 1Kg. Após um período de 3 minutos a amostra de alginato foi

removida do anel metálico e foi submetida ao teste de resistência à compressão (DL-2000, EMIC, São José dos Pinhais, Brasil). As amostras receberam carga contínua e uniformemente para produzir uma média de taxa de compressão de $100 \text{ N.min}^{-1} \pm 20 \text{ N.min}^{-1}$ até o primeiro sinal gráfico de fratura ser registrado. A resistência à compressão é calculada em megapascal (MPa), de acordo com a fórmula: $K = 4F / \pi d^2$ onde F é a força para fratura (N) e d é o diâmetro do corpo de prova (mm)¹⁵.

Análise estatística

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste Shapiro-Wilk. Os diferentes grupos foram comparados pelo teste t para os resultados pré e pós-teste teórico e resistência à compressão. As variáveis de resposta foram usadas em um modelo de regressão logística com diferentes grupos como variável preditora. As variáveis resposta, resistência à compressão e reprodução de detalhes foram submetidas à análise univariada, e as variáveis significativas foram incluídas no modelo de regressão múltipla. Todas as análises foram conduzidas com significância de 5%.

3 RESULTADOS

Dos 64 estudantes selecionados para o estudo, dois foram excluídos por não aceitarem realizar a avaliação inicial e um participante foi excluído por já ter cursado a disciplina de Materiais Dentários e possuir experiência na manipulação do material estudado. Assim, permaneceram 31 alunos no Grupo OVA e 30 alunos no Grupo Controle. Os alunos do grupo experimental, que tiveram livre acesso ao OVA durante 3 dias, realizaram uma etapa de simulação supervisionada e o resultado foi registrado. Em relação à frequência de manipulação, 100% dos usuários obtiveram aproveitamento máximo, nota 100. Para a incorporação do pó, 75% dos usuários alcançaram a nota máxima. Não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos nos resultados das avaliações teóricas pré e pós-teste ($p > 0,05$). Também não houve diferença estatisticamente significativa entre os momentos avaliados dentro de cada grupo ($p > 0,05$). A resistência à compressão foi significativamente maior para as amostras obtidas no grupo Controle (tabela 1).

Tabela 1. Resultados de pré e pós-teste para os grupos OVA e Controle. A resistência à compressão para os diferentes grupos foi apresentada em MPa.

Grupo	Avaliação teórica		Resistência à compressão
	Pré-teste	Pós-teste	(MPa)
Controle	7,33 ($\pm 0,33$)Aa	7,90 ($\pm 0,25$)Aa	1,09 ($\pm 0,04$)A
OVA	7,47 ($\pm 0,19$)Aa	8,09 ($\pm 0,23$)Aa	0,86 ($\pm 0,03$)B

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa na mesma coluna ($p < 0,05$). Letras minúsculas iguais indicam que não há diferença estatisticamente significativa na mesma linha, entre o pré e pós-teste ($p > 0,05$).

Na análise univariada (tabela 2) não foram incluídos os resultados da relação de ordem pó-água, pois todos os sujeitos em ambos os grupos realizaram a manipulação com a ordem correta. A agitação do pó, tempo de manipulação, manipulação/manuseio, incorporação do pó e

reprodução de detalhes foram estatisticamente significativos na análise univariada. As variáveis de reprodução de detalhes e manipulação/manuseio resultaram em multicolinearidade e não foram incluídas no modelo de regressão logística múltipla ajustada.

Tabela 2. Análise univariada para diferentes variáveis após intervenções com OVA ou controle

Variável	p
Agitação do pó	0,036
Proporção água:pó	0,668
Tempo de manipulação	0,031
Manipulação/ Manuseio	0,000
Incorporação do pó	0,006
Uso de EPI	0,530
Resistência à compressão	0,284
Reprodução de detalhes	0,005

A tabela 3 mostra a regressão logística múltipla com o grupo OVA como variável preditora. O grupo Controle foi utilizado como referência para a análise. A incorporação do pó apresentou valores de coeficientes estatisticamente significativos no modelo

ajustado. O uso do OVA aumentou em 3,76 vezes a chance de incorporação adequada do pó quando comparado ao grupo controle. O tempo de agitação e manipulação do pó não foi estatisticamente significativo no modelo ajustado.

Tabela 3. Odds Ratio ajustada para agitação do pó, tempo de manipulação e incorporação do pó entre OVA e Controle usado em uma análise logística múltipla

Variável	Regressão logística múltipla					
	Número de observações: 61 Pseudo R ² : 0,2918					
	OR	Std. Error	z	p	95% Intervalo de confiança	
Agitação do pó	2,533	1,593	1,48	0,139	0,738	8,691
Tempo de manipulação	3,100	2,168	1,62	0,106	0,787	12,214
Incorporação do pó	3,768	2,234	2,24	0,025	1,178	12,048
_cons	0,191	0,128	-2,46	0,014	0,051	0,715

4 DISCUSSÃO

A influência do uso de um OVA sobre o aprendizado teórico, habilidade clínica e propriedades física e mecânica do alginato foi avaliada nessa pesquisa. O OVA composto por narração, animação e textos, conta também com um vídeo tutorial e simulação virtual, no qual foram aplicadas técnicas de gamificação, como *feedback* instantâneo, barras de progresso, delimitação do tempo e pontuação final. Neste

estudo, o uso do OVA com simulação virtual exerceu influência positiva sobre a habilidade clínica de estudantes de graduação de Odontologia e sobre a propriedade mecânica do alginato.

A utilização do OVA tem mostrado vantagens em aulas presenciais, funcionando como um facilitador, bem como no ensino a distância, promove a motivação dos alunos¹⁶. Já foi visto que seu uso melhora a experiência de

aprendizagem em cenários de simulação clínica e contribui para o desenvolvimento de competências para a prestação de assistência em saúde e treino de habilidades^{12,17-19}. O OVA desenvolvido segue as recomendações presentes em Kavadella *et al.* (2003)²⁰ é simples, possível de ser usado em diferentes contextos e equipamentos, conta com objetivos de aprendizagem claros, aborda as necessidades individuais dos alunos, por permitir a navegação em módulos, é visualmente atrativo, interativo e fornece *feedback*. Na simulação presente no OVA 75% dos usuários obtiveram média máxima, levando em conta os dois quesitos avaliados. Tal resultado indica que houve grande aproveitamento da ferramenta e fácil desenvolvimento das competências e habilidades requeridas para seu uso, apesar do limitado tempo de acesso prévio disponibilizado.

Não houve diferença estatisticamente significativa na média de notas do pré-teste entre os alunos dos dois grupos, mostrando homogeneidade na distribuição da amostra²¹. A média das notas da avaliação final (pós-teste) também indica níveis semelhantes de retenção de aprendizado nos dois grupos. Porém, um estudo de metodologia semelhante, que disponibilizou maior tempo para utilização do OVA demonstrou melhor desempenho teórico dos usuários, quando comparado ao controle¹².

O alginato é um material de moldagem irreversível e viscoelástico. Seu processo de geleificação ocorre por meio de uma reação sol-gel, na qual, na presença de água, o alginato de sódio (ou potássio) reage com o sulfato de cálcio formando uma rede molecular com ligações cruzadas. De início, é difícil obter sucesso em sua manipulação, normalmente as falhas e necessidades de repetição estão associadas ao não cumprimento dos princípios básicos para moldagem, baixa compreensão sobre suas propriedades ou manipulação inadequada pelo

operador^{22,23}. Nesse estudo foram avaliados sete quesitos em relação à manipulação e se tem como resultado que o uso do OVA aumenta em 3,76 vezes as chances de correta incorporação do pó, aqui definida como a obtenção de uma mistura homogênea ao final do tempo de espatulação. Para obtenção de sucesso nessa variável também estão relacionadas as variáveis de agitação do pó dentro do recipiente de armazenagem do alginato, para que sejam garantidos os níveis de partículas de carga; proporção água-pó; respeito ao tempo de manipulação e manuseio através de espatulação vigorosa contra as paredes do gral. O domínio dos pontos avaliados é essencial para a minimização de falhas como material granuloso e dissolução inadequada dos componentes, que podem afetar suas propriedades de estabilidade dimensional, reprodução de detalhes e resistência à compressão.

A resistência à compressão é uma importante propriedade mecânica do alginato, está relacionada à remoção da impressão e à produção do modelo de gesso. Quando removido da boca o alginato deve possuir resistência suficiente para evitar rupturas e a impressão deve resistir ao peso do gesso sem se distorcer para garantir a fidelidade dimensional da área copiada²⁴. No presente estudo o grupo Controle e o Grupo OVA obtiveram médias acima de 0,35 Mpa, resultado preconizado pela norma ADA n°18, 1.09 (± 0.04) e 0.86 (± 0.03), respectivamente. O grupo controle apresentou maiores resultados de resistência compressiva podendo-se pensar que obtiveram melhores resultados para a aplicação clínica. Por outro lado, uma alta resistência compressiva no alginato geleificado pode representar que ele possui menor elasticidade, influenciando as dimensões do modelo final ou na fratura do mesmo no momento da remoção da impressão¹⁵.

A ferramenta desenvolvida foi capaz de exercer influência positiva sobre a habilidade

clínica, uma vez que melhorou a incorporação do pó, bem como obtenção de melhor propriedade mecânica, através do valor médio de resistência à compressão mais adequado quando comparado ao seu controle. De acordo com os resultados obtidos, o OVA é uma ferramenta promissora para inserção de estratégias de aprendizagem virtual na Odontologia.

5 CONCLUSÃO

O OVA com simulação virtual sobre o alginato em Odontologia foi desenvolvido com sucesso, conforme o planejamento das etapas de confecção. A partir dos resultados obtidos no estudo se conclui que o OVA exerce influência positiva sobre a habilidade clínica dos seus usuários, sobre a propriedade mecânica do material estudado e se mostra como uma ferramenta simples, objetiva e promissora para introdução de estratégias de aprendizagem virtual na Odontologia.

ABSTRACT

Development and evaluation of the use of a virtual learning object with virtual simulation on alginate

The aim of the present study was to develop a Virtual Learning Object (VLO) on impression materials, with emphasis on alginate, and to evaluate the influence of its use on the theoretical learning and clinical skills of dental students, as well as on the physical properties and material mechanics. Sixty-four students received a theoretical lecture on alginate and were later divided into 2 groups, Control (n=30) and VLO (n=34). The VLO group had access to the educational tool composed of theoretical content and simulation of alginate mixing, and their ability was evaluated. All participants performed a pre-test after the theoretical class, as well as tests of ability to handle the material, which was subjected to a compressive strength test and detail reproduction. A post-test evaluation was performed after fifteen days. The results of the groups were compared by the t

test, logistic regression model and significant variables were included in the multiple regression model. All analyzes were conducted with a significance of 5%. In the VLO simulation, 75% of the users obtained the maximum score and the results of the theoretical assessments did not indicate a statistical difference between the groups. The use of VLO is related to greater clinical skill, with 3.76 more chances of correct incorporation of the powder. In the compressive strength test, the mean of the groups was higher than that recommended by the standard, VLO 0.86 ± 0.03 and Control 1.09 ± 0.04 . The developed tool has a positive influence on the clinical ability and mechanical property of the material studied, constituting itself as a promising strategy of virtual learning. **Descriptors:** Dental Materials. Materials for Dental Impression. Distance Education. Interactive Learning. Simulation Training.

REFERÊNCIAS

1. Pereira MCA, Évora YDM, Camargo RAA, Teixeira CRS, Cruz ACA, Ciavatta H. Ambiente virtual de aprendizagem sobre gerenciamento de custos de curativos em úlceras por pressão. Rev Eletr Enferm. 2014;16(2):321-9.
2. Hansen MM. Versatile, immersive, creative and dynamic virtual 3-d healthcare learning environments: a review of the literature. J Med Internet Res. 2008;10(3):e26.
3. Ribeiro RL, Masson VA, Hipolito MCV, Tobase L, Tomazini EAS, Perez HHC. Learning object development for the Anatomy teaching in Nursing. Rev Rene. 2017;17(6):866.
4. Froes T, Cardoso A. Práticas pedagógicas utilizando um ambiente virtual de aprendizagem para construção colaborativa do conhecimento. DataGramZero. 2008; 9(3):62683.
5. Mezzari A. O uso da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como reforço ao ensino presencial utilizando o ambiente de

- aprendizagem Moodle. *Rev Bras Educ Med.* 2011;35(1):114–21.
6. Barilli ECVC, Ebecken NFF, Cunha GG. A tecnologia de realidade virtual como recurso para formação em saúde pública à distância: uma aplicação para a aprendizagem dos procedimentos antropométricos. *Ciênc Saúde Colet.* 2011;16(suppl 1):1247-56.
 7. Braga CSR, Andrade EMLR, Luz MHBA, MonteiroAKC, Campos MOOB, Silva FM, et al. Development and validation of a virtual learning object on intestinal elimination ostomy. *Invest Educ Enferm.* 2016; 34(1):120-7.
 8. Fadel LM, Batista C, Ulbricht VR, Vanzin T. Gamificação na educação [Internet]. São Paulo: Pimenta Cultural; 2014 [Acesso em 5 jul. 2022]. Disponível em: http://www.pgcl.uenf.br/arquivos/gamificacao_na_educacao_011120181605.pdf.
 9. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillip's science of dental materials. 12 ed. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2013.
 10. Steas A. A new method for making casts from irreversible hydrocolloid impressions. *J Prosthet Dent.* 1991;65(3):454-6.
 11. Barbosa GAS, Carvalho BX, Seabra EJG, Lima IPC. Avaliação da estabilidade dimensional do alginato em relação ao tempo entre moldagem e vazamento e ao acondicionamento do molde. *PCL.* 2003;5(24):133-7.
 12. Tubelo RA, Branco VLC, Dahmer A, Samuel SMW, Collares FM. The influence of a learning object with virtual simulation for dentistry: A randomized controlled trial. *Int J Med Inform.* 2016;85(1):68-75.
 13. Werbach K, Hunter D. For the win: how game thinking can revolutionize your business. Philadelphia: Wharton Digital Press; 2012.
 14. American Dental Association specification n. 18. Alginate impression materials. Chicago: American Dental Association; 1992.
 15. Rodrigues SB, Augusto CR, Leitune VCB, Samuel SMW, Collares FM. Influence of delayed pouring on irreversible hydrocolloid properties. *Braz Oral Res.* 2012;26(5):404-9.
 16. Masson VA, Ribeiro RL, Hipólito MCV, Tobase L. Construction of Virtual Learning Objects for Teaching the History of Nursing. *REME.* 2014;18(3):764-9.
 17. Ribeiro V S, Garbuio DC, Zamariolli CM, Eduardo AHA, Carvalho EC. Clinical simulation and training for Advanced Nursing Practices: an integrative review. *Acta Paul Enferm.* 2018;31:659-66.
 18. Tait M, Tait D, Thornton F, Edwards M. Development and evaluation of a critical care e-learning scenario. *Nurse Educ Today.* 2008;28(8):970-80.
 19. Pereira FGF, Silva DV, Sousa LMO, Frota NM. Construção de um aplicativo digital para o ensino de sinais vitais. *Rev Gaúcha Enferm.* 2016;37(2):e59015.
 20. Kavadella A, Kossioni AE, Tsiklakis K, Cowpe J, Bullock A, Barnes E, et al. Recommendations for the development of e-modules for the continuing professional development of European dentists. *Eur J Dent Educ.* 2013;17:45-54.
 21. Lee EAL, Wong KW. Learning with desktop virtual reality: Low spatial ability learners are more positively affected. *Comput Educ.* 2014;79:49-58.
 22. Nandini VV, Venkatesh KV, Nair KC. Alginate impressions: A practical perspective. *J Conserv Dent.* 2008;11(1):37-41.
 23. Donovan TE, Chee WWL. A review of contemporary impression materials and techniques. *Dent Clin North Am.* 2004;48(2):445-70.

24. Craig RG. Review of Dental Impression Materials. Adv Dent Res. 1988;2(1):51-64.

Correspondência para:

Prof. Dr. Fabrício Mezzomo Collares
e-mail: fabricao.collares@ufrgs.br
Faculdade de Odontologia da UFRGS
Laboratório de Materiais Dentários
Rua Ramiro Barcelos 2492 Santana
90035-003 Porto Alegre/RS